

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 25-80
補助事業名 平成25年度 完全焼結体セラミックスの超精密加工実現に基づくカスタムインプラント創製 補助事業
補助事業者名 東京大学光石・杉田研究室 教授 杉田直彦

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

イットリア安定化正方晶ジルコニア多結晶体 (Y-TZP: Yttria-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal) は優れた耐摩耗性, 高靱性として知られるセラミックスである。その高強度及び生体親和性から人工股関節や人工義歯等の生体インプラント材料として注目されており, 微細・精密な加工が要求されている。一方で難削材料であるため, 切削加工が難しく, 加工能率の悪い研削・研磨が多用されている。本研究の目的は, 加工能率のよい切削加工を用いてY-TZPの超精密加工を実現することである。

(2) 実施内容

① レーザ援用切削加工法

レーザー援用切削加工法 (LAM: Laser Assisted Machining) では, レーザを照射することで被削材を局所的に加熱し, そのすぐ後方から軟化した部位を工具で除去する (Fig. 1)。加熱した部位は切削除去するため, 熱影響による材料の変質を最小限に抑えることができる。本研究では, Y-TZPの高温特性からLAMにおける最適レーザー波長を決定し, 微細精密加工を行うことを提案する。

レーザー光の材料への吸収形態を波長ごとに評価し, Y-TZPの超微細・精密加工に最も適した波長を決定する。まず吸光度の波長依存性を分光光度計 (日立分光 V670) で測定した (Fig. 2)。測定結果から吸光度の異なる4波長 (266, 355, 532, 1064 nm) のレーザーでレーザー加工実験を行い, その加工溝におけるクラックの深さ, 加熱の影響を評価した。このときの加工溝の概念図をFig. 3に示す。また, レーザ発振器には波長266 nmのYAGレーザー (タカノUVTS), 355 nmのYAGレーザー (アドバンスオプトウェーブ Awave-UV355), 532 nmのYV04レーザー (アドバンスオプトウェーブ Awave-GR), 1064 nmのファイバーレーザー (イエナレーザー JenLas fiber ns 20) を用いた。Table 1に加工を行ったレーザーのパルスエネルギーを示す

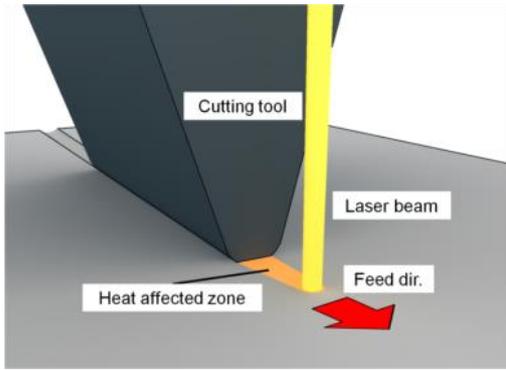


Fig. 1 LAM概念図

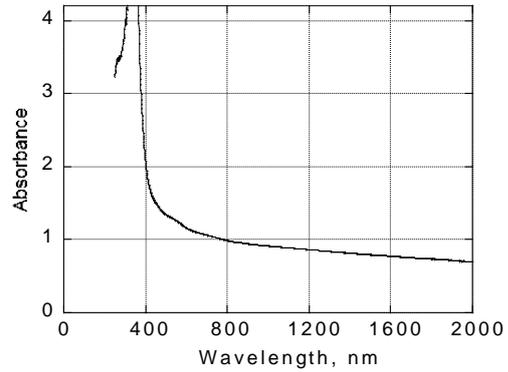


Fig. 2 Y-TZPの吸光度

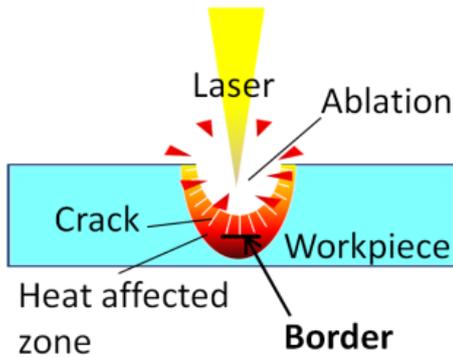


Fig. 3 レーザ光吸収概念図

Table 1 実験パラメータ

レーザー波長[nm]	パルスエネルギー [μJ]
266	20-40
355	25-200
532	50-500
1064	50-500

②レーザー波長と加工の関係

レーザー光照射時、アブレーションによる加工溝ができ、クラックが材料深部へ伸びる。Fig. 4に波長355 nmのレーザーで加工後の溝の断面をSEM（日本電子 JSM-7000F）で撮影した画像を示す。LAMではこのクラックを切削で除去する。工具への負担を減らすため、次の2点を最適波長を選択する際の評価基準にとった。①クラックが浅いこと、②クラック深部での温度が高いこと。クラックが浅いほど工具で切削する量が少なくすむ。さらに、クラック深部での温度が高いほど被削材が軟化しているため切削を施しやすい。そこで、クラック深さを実測し、クラック最深部での温度をシミュレーションにより取得した。このシミュレーションではレーザーの照射スポットを熱源とし、全照射スポットからの加熱の影響を計算し重ね合わせた。その際、ガウス分布状の静止熱源から材料内部への熱伝導の一般解の公式を用いた。

実測したクラック深さと、シミュレーションにより取得したクラック最深部での温度の関係をFig. 5に示す。これより波長355 nmにおいてクラックが浅くかつクラック先端温度が高くなるのがわかる。これより、Y-TZPに超微細・精密なLAMを行うための最適レーザー波長を355 nmに決定する。

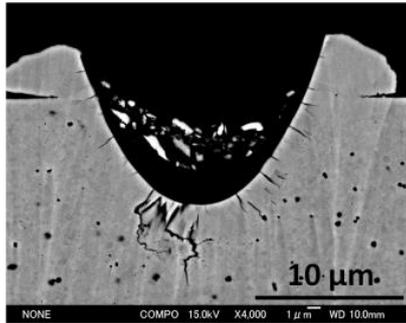


Fig. 4 加工後の溝の断面SEM画像

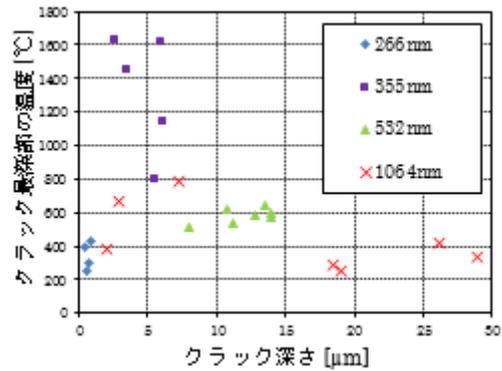


Fig. 5 クラック深さと先端温度の関係

2 予想される事業実施効果

セラミックスのレーザ援用超精密加工の成果である，焼結済のセラミックス素材に対して自由曲面を創製する加工方法により，これまでその場加工が困難であった歯科用材料などのいわゆる生体材料に対して，高精度な加工面を提供することが期待される。

3 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

<http://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp/josei/josei25.html> (URL)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

研究報告書 20部

4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京大学（トウキョウダイガク）

住 所： 〒113-8656

文京区本郷7-3-1

申 請 者： 教授 杉田直彦（スギタナオヒコ）

担 当 部 署： 大学院工学系研究科機械工学専攻

（ダイガクインコウガクケイケンキュウカキカイコウガクセンコウ）

E-mail： sugi@nml.t.u-tokyo.ac.jp

URL： <http://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp>